

学习技术系统谱系框架的构建及其应用

肖 君

上海远程教育集团

摘要：随着众多学习技术系统的应用，系统质量观和效益观也为人们所重视。论文首先分析学习技术系统谱系框架的产生背景并进行相关的文献分析，随后引出学习技术系统谱系框架的概念并总结出一个谱系框架模型及谱系图。在概括出学习技术系统谱系框架的使用方法之后，论文介绍了学习技术系统谱系框架在上海教育资源库软件平台中的应用实例分析。

关键词：学习技术系统，谱系框架，设计模型，标准

1. 学习技术系统谱系框架的产生背景

当前在国内，很多地区投入了大量经费到地区教育信息化中，从早期的硬件投入到现在的软件及资源建设转变，已成为共识。学习技术系统是一个结构化的材料、资源、环境、服务和人力或技术架构，从而支持学习[1]。学习技术系统在教育信息化实践中的主要支撑地位越来越重要。学习技术系统通常包括网络课程系统、备课系统、教学资源库系统、学习管理系统等，在教师工作和学生学习中发挥重要作用。由于有很强需求，很多软件企业和有实力的教育机构都在开发这些系统，出现了百家齐放的局面。

高质量的学习技术系统的产生，是一个复杂的系统工程。在已往的学习技术系统设计开发和应用中，有很多困扰人的问题，正是这些问题，导致人们对系统质量和效益的关注。软件工程方法并不能完全解决学习技术系统的领域设计开发问题。学习技术系统目前所面临的环境包括教育环境快速变化、教学新模式不断出现、新技术不断出现、软件的更新加快；学习技术系统的开发结果问题包括教学目标和现实支持软件不一致、人性化差、架构伸缩性差、架构互操作性差、昂贵的费用投入；学习技术系统软件失败的可能原因包括战略性的规划错误、错误的采用技术、不完整的需求描述、不现实的项目目标、缺少基于学习技术系统的通用设计方法指导、开发团队人员配置不合理等。

以上背景情况呼唤着要有一个科学化的框架能指导我们规划、设计、开发、评价、使用学习技术系统，既要有理论和技术的雄厚基础，也要有可实践化的指南。相应人员能使用该框架产生高质量的结果。论文提出的学习技术系统谱系框架提供了一个适应性的框架，用于以更快的速度、更少的人员、更低的成本、更少的风险、高的教育质量来成功开展学习技术系统解决方案，取得更高质量的信息化教育效果。成功的学习技术系统项目应使用一种可以度量且被证实的项目生命周期。标准的信息系统模型可以保证项目的成功实施。

2. 学习技术系统设计开发方法文献分析

就目前学习技术系统设计开发方法，国际 E-learning 和软件工程领域已经有了一些相关的方法论，例如网络教育的过程模型、网络化学习解决方案、电子化学习产品生命周期、E-learning 商业过程生命周期、基于 ISO9000 族系列标准的产品开发过程、CMM 软件开发模型、MSF 开发框架、信息架构方法学。

国际著名的 E-learning 公司 WBT 认为成功的网络化学习解决方案包括三大部分：系统架构、内容和服务，围绕学习者为中心进行设计[2]。从该解决方案看，如将该解决方案应用到学习技术系统设计开发中，发现其只考虑到了学习技术系统的几个关键要素，没有涉及到系统设计开发过程，只是静态的体现。网络教育的过程模型来自于 Academy Learning 公司的研究，该模型将网络教育过程分解为八个必需的要素，可为实现特定的网络教育目标建立起内容、服务和技术[3]。八个要素包括教育、策略、管理、评价、内容、著作、传递、实现。该过程模型如果应用到学习技术系统设计开发上，对于系统过程性设计有很好的借鉴，系统设计开发阶段也可参考，但该模型是网络教育整体模型，与学习技术系统框架并非一致，学习技术系统只是其子集，需要进行取舍和细化。由格雷戈里·C·赛尔斯博士提出的电子化学习产品生命周期模型主要是针对课件的生产过程，涉及教学设计和市场化过程，具有很强的实用性。课件生命周期包括分析、设计、开发与测试、推广、实施、改进与推出[4]。因为该模型是针对课件的，对平台类的学习技术系统设计并不适应，也没有从宏观的规划和服务应用上进行深入研究。

ISO9000 族系列标准是国际标准组织制定的质量管理体系标准，为提供各种产品和服务的企业提供了质量改进的框架。ISO9000 族系列标准对于学习技术系统的设计开发过程改进和质量保证具有重要的指导作用，在外部过程控制上可参考其构建框架。CMM 是由美国软件工程学会 SEI (Software Engineering Institution) 在卡内基·梅隆大学制定的一套专门针对软件产品的质量管理和质量保证标准。CMM 强调软件开发过程的成熟度，即过程的不断改进和提高。对于学习技术系统的设计开发具有很好的参考，本质上学习技术系统也是软件。CMM 定义了各种过程，但不保证具体的业务流的质量，所以还需要学习技术系统领域知识的补充。

从国内外的典型研究来看，在学习技术系统设计开发的各阶段或多或少有一些指导框架，但比较离散和混乱。从学习技术系统的整个生命周期研究及其先进的过程框架还没有形成，已有的体系框架通用性、先进性、关联性、实用性不强，尚未体现领域新的发展。一些软件工程方法对通用软件的设计开发具有非常强的指导，但缺少教育领域专业性。所有这些方法都还没有形成真正的学习技术系统设计开发大体系框架，但对我们构建新的框架具有重要的指导作用。

3. 什么是学习技术系统谱系框架

在多个 E-learning 软件项目开发的实践基础之上，论文结合最新国际学习技术先进理论和标准、国际先进的软件项目管理方法框架（如 MSF、CMM、ISO9004）、教学设计、信息架构等设计了一个基本的指导框架。目前已形成一个初步版本的框架并在实践项目中得到验证。整个框架力图解决学习技术系统的学习技术设计和开发问题，涉及学习技术系统的整个生命周期，以一个多个层次的学习技术系统整合连续谱来表示设计和开发学习技术系统所要做出的不同指导和选择。

学习技术系统框架是一个生态化的层次谱系，我们称作学习技术系统谱系框架（英文 Learning Technology System Pedigree Framework，简称 LTSPF）。谱系（Pedigree）本意是有关遗传学的，其含义是家族谱系的简单化图表，显示了家庭成员相互之间的关系和显著的特性或疾病是如何遗传的[5]。现在很多其它领域也开始使用谱系的概念，如历史研究的谱系、教育研究方法的谱系、道德的谱系等。就学习技术系统而言，技术架构、设计模式、开发方法、评价方法等组成了学习技术系统过程化实现的大家庭，为了对诸多阶段性方法有清晰的认识与明确的定位，论文力图用谱系学的方法来分析这个复杂的学习技术系统设计开发家族间的关系，形成谱系框架图。

我们定义学习技术系统谱系框架是为E-learning实施组织设计的一套有关学习技术系统开发的原则、模型、准则、输出和工具。它是一个方法论，E-learning实施组织可凭借该框架开发高质量的软件，解决以学习技术系统为基础的教育信息化问题。框架的设计目标是为组织E-learning系统的策略、设计、开发、评价、服务等提供支持 and 帮助。图1是学习技术系统谱系框架模型。系统的五个阶段形成一个循环过程，每个阶段是一个子框架。这些过程要求比传统教学多的角色之间的交互，五个阶段并非是线性的，不过一般的线形则增加理解。

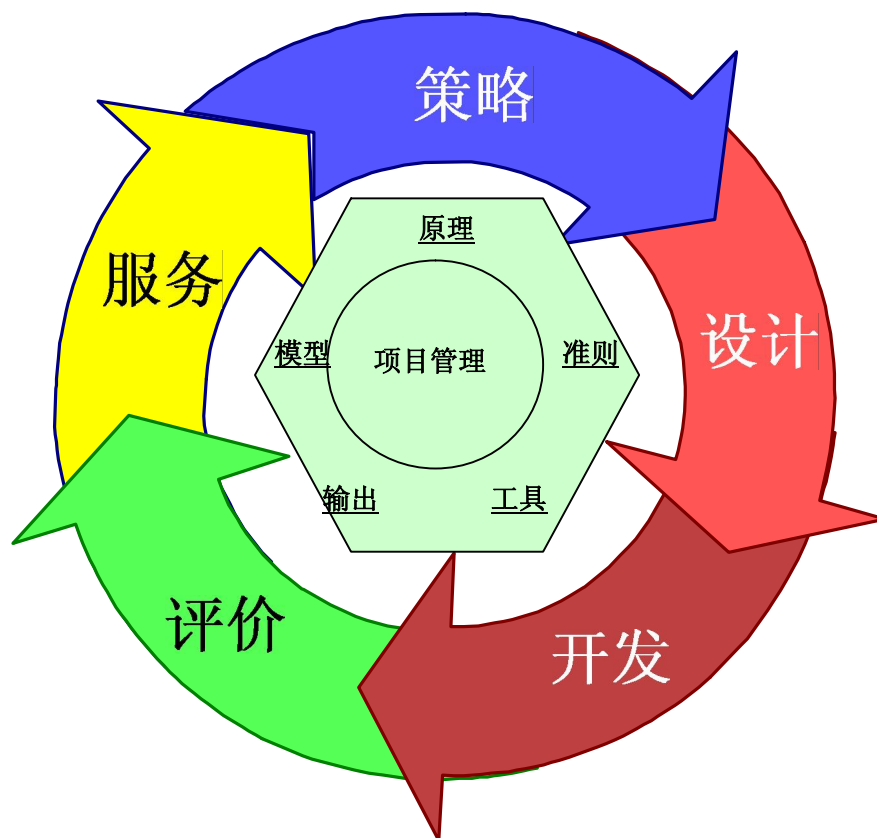


图1 学习技术系统谱系框架模型

LTSPF 是一种过程化、生态化和系统化的技术方法，它基于一套制定好的原理、模型、准则、输出、工具等。所有这些元素将按照项目管理方法来实施，遵从项目管理的基本原理。作为一个框架，LTSPF 包括能够被单独使用或者作为一个集成的整体使用的多个组件。它们共同创造一个可靠而且灵活的方法，用来成功地执行学习技术系统的开发设计。每个子框架都应该具备这些组件。

1、LTSPF 基础原理：基础原理是框架的基础，是框架所有元素所遵循的共同的标准。

2、LTSPF 模型：模型是人员组成和过程等方案的概括性描述。团队模型和过程模型是框架的最小子集，另外每个子框架可能会有自己特定的应用模型。根据学习技术系统设计开发项目的尺寸，各个阶段人员数量会发生变化。当一些任务相互关联和交叉时，一些角色和责任会交迭。

3、LTSPF 准则：如何使用好模型并遵从基础原理，需要使用一套最佳方法和做法，如模型执行时的各种关系。项目管理原理在这里将发挥重要作用，很多准则是项目管理原则与学习技术特定领域相结合的产物。项目管理的三要素准则是框架必须遵从的最基本准则，包括进度、资源、产品规格，它们是一个三角形关系，互相约束。

4、LTSPF 输出：每个阶段生成的可见输出物，为下一阶段进行服务，如文档、软件等。

5、LTSPF 辅助工具：各种辅助工具可快速实现各子框架，工具将原理、模型、准则等融合在其中，可辅助使用者快速生成输出。工具可以是一个完整的集成工具，也可是针对某一方面的辅助工具，具体的形式如电子模板或者电子工具等。

需要说明的，通用的项目管理原理、模型和准则在框架中并没有明确提出，只有那些比较有意义的项目管理原理、模型和准则才以整合的方法提出，其它通用部分可在实际应用中直接采用。

在构建一个学习技术系统谱系框架时，需要参考教育教学理论、知识管理、项目管理、软件工程、系统分析、信息架构、质量管理、生态学、谱系学等基本理论。谱系框架是一个用于学习技术系统的一般方法，对各类学习技术系统的设计开发具有很强的指导性。谱系框架是一个完整的频谱层次。学习技术系统谱系框架是由多个子框架组成，每个子框架都针对学习技术系统生命周期中一个不同但完整的阶段。每个子框架都提供关于要在其所在领域内成功地运行所需的核心要素如人员、流程和技术的有用且详细的信息。

4. 学习技术系统谱系框架谱系图

学习技术系统谱系框架提供了一系列方法用于实现学习技术系统的流程化的运作，并鼓励重用性。它包括五个子框架。

1、策略框架：该框架提供的指导能让学习技术系统规划者在基于学习技术系统的策略规划中取得可靠性、可用性、经济性以及可管理性。

2、设计框架：该框架提供的指导能让学习技术系统设计者进行学习技术系统的集成化设计，从而取得系统设计的全景视图。该设计是宏设计，与开发框架中的微设计是有差别的。

3、开发框架：该框架提供的指导能让学习技术系统开发者进行清晰的内容和平台的过程开发，从而取得系统开发的准确性和高效性。

4、评价框架：该框架提供的指导能让学习技术系统评价者进行基于过程的教学产品评价，从而判断产品的有效性。

5、服务框架：该框架提供的指导能让学习技术系统服务者进行技术和教学整合的有效支持，从而最大发挥学习技术系统的效用。

学习技术系统谱系框架所包括的几个主要组件见表 1，形成一个多层次的谱系图。其中框架模型是需要重点研究的内容，因篇幅有限，不对每个具体的组件进行解释。

表 1 学习技术系统谱系框架谱系图

系统子框架	基础原理	框架模型	框架准则
策略框架	基于教学和技术整合的策略目标成熟度分析 基于关键要素的分析 基于质量目标的策略分析团队快速循环、递进的分析过程	策略目标成熟度模型 策略要素模型 策略团队模型 策略过程模型	策略框架过程实施准则 角色合并准则 交流为中心准则 里程碑准则 确保高层支持准则
设计框架	可重用的学习对象 基于集成的互补的设计模式 基于多层的集成架构模型分析方法 基于学习技术系统架构师为基础的团队模型 自我实现服务的分离	内容架构模型 平台架构模型 互操作宏模型 面向过程设计模型 面向数据流设计模型 设计团队模型	设计框架过程实施准则 模块化分层准则 标准遵循准则 概念架构准则

开发框架	基于领域多角色的开发团队设置 基于模块和原型集成的内容开发方法 基于学习对象的内容开发过程 基于快速差距的平台开发过程 基于场景的用户需求分析	团队模型 开发方法模型 开发过程模型	开发框架过程实施准则 角色合并准则 基于场景的体验准则
评价框架	基于方法工程的原理 通用的测量工具设计 基于高效管理的评价过程	团队模型 测量工具模型 过程模型	评价框架过程实施准则 全面的测量工具设计准则 评价人员的代表准则 项目管理和评价业务的完美结合原则
服务框架	服务是产品原理 以学生为中心原理 质量管理原理	团队模型 服务要素模型 过程模型	服务框架过程实施准则 产品化的服务实施准则 差距分析的实施准则 服务观念的培养原则 持续改进原则

上述各子框架被设计在学习技术系统生命周期过程中联合使用，从策略、设计启动到开发，再到评价和最后服务管理，以成功地提供教学驱动的技术解决方案。它们共同描述不同的人员和过程如何最好地在一起工作，以便在一个互相支持的环境里取得共同的教育目标。

5. 学习技术系统谱系框架的使用方法

学习技术系统谱系框架提供了一个适应性的框架，用于以更快的速度、更少的人员、更低的成本、更少的风险、高的教育质量来成功开展信息化教育解决方案，同时取得更高质量的结果。谱系框架会帮助 E-learning 团队提高成功率、解决方案的质量和业务影响。

学习技术系统谱系框被叫做框架而不是直接叫做方法。框架结构不是一种预先决定工作结构、工作任务和发布产品具体方法的方法论，而是提供了灵活的方式、应用有创造力的方法去解决实际存在问题的思想。和规定性的方法不同，学习技术系统谱系框提供了一个灵活和可伸缩的框架，其适应能力能够满足任何 E-learning 软件项目（不论其规模和复杂性，如小型的单个学习技术系统和多个互操作的学习技术系统）的要求，以规划、构建和部署教育驱动的设计和技术解决方案。

框架典型的用户群包括：E-learning 咨询顾问、执行人员、技术专家、开发人员、教学设计者和教育软件开发项目负责人等。框架典型的组织对象为从事远程教育和教育信息化的单位，如网络学院、各类学校、培训机构，很多需求是从这些组织角度设计的。从事学习技术系统产品或者项目开发的软件企业也可参考。

框架在系统类型上适合一般学校级及区域级的单个和多个学习技术系统设计开发，适应了当前教育信息化过程中的教育软件建设。参与的解决方案生命周期如：解决方案架构；平台和工具选择；学习技术系统定制化；学习内容设计、开发和迁移；来自于其它提供商的 e-learning 系统组成的集成；区域分布式学习系统的架构。

学习技术系统本质上是一个软件系统，软件工程管理方法也适合它，但学习技术系统是一个特定领域的软件，它有独特的特性。因此要使用好谱系框架，有三种方式。

1、完全独立地使用谱系框架：谱系框架本身是一个独立完整的方法，可按照整体流程来参照使用。该方式适合一些很有教学特色的学习技术系统设计开发，如网络课程产品的开发。

2、与软件工程管理结合使用：以谱系框架为一条线，同时选择软件工程的某些方法来充实，以更好地发挥各自优势。适合那些比较有特色的学习技术系统，如学习管理系统。

3、以单独的片段使用：按照通用的软件工程来开发学习技术系统，但在某些阶段和过程使用谱系框架的子框架，这样将两者的优势发挥出来。适合那些带有学习技术特色的学习技术系统，如教育行政系统等。

6. 学习技术系统谱系框架的应用实例分析

论文作者在博士生学习阶段主要从事学习技术系统的相关理论和应用研究，研究主要包括学习技术标准、网络教育技术系统、网络教育学、知识管理等方面，从各个角度对学习系统进行剖析，获得了具有价值的大量国际领域专业资料。论文作者同时在学习阶段也参加和实际负责过国家和上海市多个重大的学习技术系统项目的研究、开发和应用，涉及现代远程教育、校校通工程、教育信息化技术标准等主要领域工作，取得了多项成果。学习技术系统谱系框架理论基础是在这些项目研究中逐步形成和完善，并反过来指导项目的开展。下面以上海市校校通重大应用“上海教育资源库项目”软件平台建设为例来简单说明框架的应用过程。

教育资源库软件平台是上海市教育资源库建设项目的软件部分，是支撑教育资源管理和使用的基础平台[6]。论文作者作为整个软件平台的设计规划负责人，在平台整体建设上遵循了学习技术系统谱系框架，按照框架的基本过程进行实施，同时在实践中也不断改进谱系框架，实现两种的共同促进和发展。

1、策略阶段：上海教育资源库项目建设组在软件平台建设前组成了由管理代表、教学代表、技术代表、顾问/咨询等构成的策略分析小组并确定了各自职责。根据当前上海市教育资源库发展情况，确定项目第一期软件平台的策略目标成熟度基本达到能力驱动的学习级别。按照上海市教委2004—2007年基础教育信息化的整体规划，进行教育资源库软件平台的现有状况分析，发现上海市一级教育资源库在上海全面实行全面二期课改背景前现在还处于系统能力和价值比较低的状态，最后进行上海教育资源库软件平台的策略蓝图分析，形成了资源门户、平台耦合、资源著作、资源管理、资源利用和资源交流的软件平台策略蓝图，并根据优先等级等限制条件，形成了第一期所要开发的软件平台，包括上海教育资源库门户网站、多系统耦合平台、资源编目工具、分布式资源管理平台、概念资源图创作系统等主要模块。

2、设计阶段：在设计阶段，建立由学习架构设计师、教学设计者、技术架构设计师、产品管理师等组成的设计团队角色并确定质量目标。从用户场景和面向过程设计模型，设计出学习技术系统的过程模型。根据教育资源库软件平台的规划，主要在架构模型及互操作宏模型上进行设计，最后选择系统主要遵循的标准规范为国家基础教育元数据标准并进行了一定扩充。教育资源库软件平台的主要架构见后面介绍。

3、开发阶段：在开发阶段，因为主体的软件为平台类型，因此建立起以产品管理、项目管理、软件开发、软件测试、用户培训、后勤管理、可用性工程师等组成的开发团队并确定质量目标。在市场上已有各类教育资源库软件平台基础上，整个平台基于改进的原型开发方法即快速差距开发方法，实施基于快速差距的平台开发过程模型，在比较短的时间内开发出符合需求的主体系统。

4、评价阶段：在评价阶段，实施内部项目组评价和外部专家评价两种形式，以内部评价为例，实施管理过程和评价过程两种类型互补的过程，建立计划和团队，设计出测量工具进行评价测试管理和数据分析，最后系统得到验证/确认。

5、服务阶段：在服务阶段，建立以服务计划人员、教学设计人员、教学应用人员、系统管理员、学习系统协调员、客户服务、学习咨询服务等组成的服务团队并确定质量目标。以教师为中心，以软件平台和教育资源为基础，构建出服务要素的环境，形成七个要素组成的完整的学习环境。在微观层面开展流程化的服务过程，产生优化的服务成果，目前上海教育资源库正在为上海市中小学教师提供良好的资源服务。

7. 针对研究和开发人员对框架使用方面的调查和分析

1、研究目标

本调查是针对学习技术系统谱系框架的调查和分析，涉及谱系框架的整体效果和各子框架。调查的对象为学习技术系统研究、设计和开发人员，在调查前调查对象已经通过培训课程学习了框架的基本思想，并进行了思考或者实践，以此为基础开展了此项调查工作。

2、分析方法

- 研究对象：上海教育软件发展公司软件和华东师范大学教育技术博士、硕士共 19 名。
- 研究过程：先进行框架的教程培训和交流讨论，然后进行调查和访谈。
- 数据获取方法：数据来自于调查人员的调查和分析。每项调查都有 5 个分值可选择，在框架实现的得分中，其中 1 代表“差”，2 代表“一般”，3 代表“好”，4 代表“比较好”，5 代表“很好”。

3、结果和分析

每项调查都有 5 个分值可选择，在框架实现的得分中，其中 1 代表“差”，2 代表“一般”，3 代表“好”，4 代表“比较好”，5 代表“很好”。每项调查也请说明一些意见。具体调查结果见表 2。

表 2 针对研究和开发人员对框架使用方面的调查结果

调查结果	很好	比较好	好	一般
框架容易理解和应用，覆盖学习系统生命周期	31.6%	63.2%	5.3%	0
框架可重用性强，具有可伸缩，能适应不同类型学习系统开发设计。	26.3%	63.2%	10.5%	0
框架能产生设计高的开发效益。	10.5%	42.1%	47.4%	0
框架对于团队人员能进行有效的角色管理。	26.3%	63.2%	10.5%	0
框架整体模型清晰，过程可实施性强。	26.3%	42.1%	26.3%	5.3%
框架可以与软件产品开发方法如 CMM、MSF、ISO 等互补。	21.1%	57.9%	21.1%	0
平台功能模块分类合理和清晰。	47.4%	36.8%	15.8%	0
策略分析关键要素全面。	21.1%	73.7%	5.3%	0
策略设计过程是可视化和快速的。	15.8%	63.2%	21.1%	0
平台架构具有模块化和服务化。	47.4%	42.1%	10.5%	0
设计符合 E-learning 技术标准体系。	42.1%	52.6%	5.3%	0
平台开发流程效率高。	15.8%	57.9%	26.3%	0
评价工具是全面有效的	15.8%	63.2%	21.1%	0
服务要素是全面合理的	21.1%	63.2%	15.8%	0
服务过程在宏观和微观上是清晰可实施的	15.8%	63.2%	15.8%	5.3%

总结了调查人员的意见，涉及策略、设计、开发、评价、服务五个阶段的访谈结果。结果见表 3。

表 3 策略、设计、开发、评价、服务五个阶段的访谈结果

类别	意见反馈和分析
框架总体	从整体上来说，框架是很清晰的，能涵盖学习技术系统的各个阶段，能真正有效管理和指导学习技术系统的解决方案。整个谱系框架具有良好的完整性和系统适应性。从全局考虑学习技术系统的整个生命周期，能很好的适应特定的需要。同时有些部分有些凌乱，相互之间的逻辑性好像有点弱。
策略阶段	策略这部分的策略过程模型从策略学角度比较有点新意，结合了教育行业的特色，分析的比较透彻。策略框架为整个团队提供了很好的交流和沟通的基础，保证了进行科学的决策，降低了整个开发的风险。同时希望尽量从教育技术、学习技术领域来考虑和设计策略。
设计阶段	设计框架从系统角度，对整个学习技术系统进行总体的设计，更科学，接近实际需要。同时希望多参考软件工程中的方法，再结合教育的特点，可能表述上更成体系。设计工具也应该包括一些知识管理的工具，如 visio、mindmanager 等。适合国内信息化教育发展需求的互操作学习环境需要进行实践。
开发阶段	对于不同的内容，系统提供了不同的开发模式，具有独特的有效解决问题的方法，有一定拓展空间。同时建议整合软件工程、CMM、ISO9001 等开发阶段的各个内容。从软件工程角度来讲，还有很多表述还需要更准确。
评价阶段	进行基于过程的设计，能够保证评价的科学性和合理性，框架中提供了设计评价报告，评价模式等。同时评价阶段的指导方法和手段及目标等好像表述得不是很完整，可操作性不强，感觉体系不完整。
服务阶段	基本要素还是比较清晰的，框架有型，使技术和学习者的学习得到了有机的整合。从企业的服务理念移植过来，体现人性化服务。同时应该提供服务流程的控制和管理。

通过整个调查和访谈，从调查数据得分上看，效果比较好。从访谈上看，也看出一些问题。以下是本次调查的一些总结。(1) 调查的效果与调查者对学习技术系统相关知识的熟悉度有关，短时间内有些内容不是那么容易理解，但同时提示框架除了学术性的表达，还要具有通俗性的表达一面，这样才能为大多数设计开发人员所掌握。(2) 很多调查者是从一个实际操作的环境进行评价，往往更多地是考虑框架的可操作性和实用性，这也是一种现实要求。(3) 学习技术系统谱系框架是领域的开发工作，与软件通用开发方法 CMM 是互补充的，促进学习技术系统的开发更有效率和更有质量。因为这个体系非常庞大，已经建立了一个比较清晰的体系，但还需要进一步细化，提供各种模型和案例，便于理解。

8. 结论

学习技术系统谱系框架是一个多层次的谱系图，各子框架被设计在学习技术系统生命周期过程中联合使用，从策略、设计启动到开发，再到评价和最后服务管理，以成功地提供教学驱动的技术解决方案。它们共同描述不同的人员和过程如何最好地在一起工作，以便在一个互相支持的环境里取得共同的教育目标。

参考文献:

- [1] Gilbert Paquette, Ioan Rosca, , Ileana De la Teja, . Michel Léonard and Karin Lundgren-Cayrol. Web-based Support for the instructional Engineering of E-learning Systems, <http://www.liceftel.quebec.ca/gp/docs/pub/ingenierie/webnet2001.doc>
- [2] WBT Systems(2002) . A WBT System White Paper: Manage knowledge with learning Objects, <Http://www.wbt systems.com>
- [3]Academy Learning Ltd(2003). Understanding the E-Learning Process, <http://www.academyinternet.com/elearning/matrix.html>
- [4]格雷戈里.C.赛尔斯博士著. 培训方式的革命: 电子化学习指南. 中信出版社, 2004
- [5]中华基因网(2004). 遗传学术语, <http://www.chinagenenet.com/technic/shuyu/shuyun.php>
- [6]上海教育资源库软件平台设计方案, 上海远程教育集团上海教育资源库项目建设组, 2004